



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①② **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 44 20 621 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 17 C 6/00**

②① Aktenzeichen: P 44 20 621.6  
②② Anmeldetag: 13. 6. 94  
②③ Offenlegungstag: 22. 12. 94

DE 44 20 621 A 1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
15.06.93 DE 43 19 722.1

⑦① Anmelder:  
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

⑦② Erfinder:  
Sillat, Diethard, Dipl.-Ing., 82152 Planegg, DE

⑤④ Verfahren zum überlaufsicheren Befüllen eines Speicherbehälters

⑤⑦ Verfahren zum überlaufsicheren Befüllen eines Speicherbehälters für kryogene Medien, insbesondere eines vakuumisolierten Kfz-Speicherbehälters oder eines Standspeicherbehälters für Flüssigwasserstoff, wobei der Speicherbehälter zumindest eine Peilrohr- und eine Befüllleitung mit je mindestens einem pneumatischen Absperrventil aufweist. Das in den Speicherbehälter hineinreichende Ende der Peilrohrleitung entspricht der maximalen Befüllhöhe des Speicherbehälters und mittels eines in der Peilrohrleitung vorgesehenen Meßgerätes, vorzugsweise eines Dampfdruckkontaktmanometers, wird der Dampfdruck des während des Befüllens des Speicherbehälters aus dem Speicherbehälter abströmenden Medium ermittelt und im Moment des Überganges vom gasförmigen zum flüssigen Zustand des abströmenden Mediums werden pneumatische Absperrventile in der Peilrohr- und in der Befüllleitung geschlossen.

DE 44 20 621 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum überlauf-sicheren Befüllen eines Speicherbehälters für kryogene Medien, insbesondere eines vakuumisolierten Kfz-Speicherbehälters oder eines Standspeicherbehälters für Flüssigwasserstoff, wobei der Speicherbehälter zumindest eine Peilrohr- und eine Befüllleitung mit je mindestens einem pneumatischen Absperrventil aufweist.

Im folgenden werden bei den Bezeichnungen spezieller kryogener Medien entsprechend ihrem Aggregatzustand die Buchstaben "G" für "gasförmig" und "L" für "flüssig" bzw. "liquid" vorangestellt, z. B. GH<sub>2</sub> bzw. LH<sub>2</sub> für gasförmigen bzw. flüssigen Wasserstoff.

Insbesondere Wasserstoff gewinnt gegenwärtig durch den steigenden Energiebedarf und das gestiegene Umweltbewußtsein als Energieträger zunehmend an Bedeutung. So sind erste Versuche im Gange, Flugzeuge, Lastkraftwagen, Busse sowie Personenkraftwagen mittels mit Wasserstoff betriebener Turbinen bzw. Motoren anzutreiben. Die Speicherung des Wasserstoffs "an Bord" der obengenannten Verkehrsmittel ist dabei in flüssiger Form am sinnvollsten. Zwar muß der Wasserstoff dazu auf etwa 25 K abgekühlt und auf dieser Temperatur gehalten werden, was nur durch entsprechende Isoliermaßnahmen an den Speicherbehältern bzw. -tanks zu erreichen ist, doch ist eine Speicherung in gasförmigem Zustand aufgrund der geringen Dichte von GH<sub>2</sub> in der Regel in den obengenannten Verkehrsmitteln aus Gewichtsgründen ungünstig. Aus sicherheitstechnischen Gründen bedarf es bei wasserstoffgetriebenen Fahrzeugen spezieller Sicherheitsmaßnahmen — auf die hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll — so daß die notwendige Isolation des Speicherbehälters nicht nur dem Aufrechterhalten der Temperatur innerhalb des Speicherbehälters dient. Einen Überblick über den aktuellen Stand der Wasserstoff-Entwicklung im Hinblick auf seine Verwendung als Kraftstoff geben z. B. die Artikel "Flüssiger Wasserstoff als Motorenkraftstoff der Zukunft", Prof. Dr. W. Peschka, Sonderdruck aus "Maschinenwelt-Elektrotechnik", 43. Jg, Heft 8/9-1988 und "Liquid Hydrogen Fueled Automobiles: On-Board and Stationary Cryogenic Installations", R. Ewald, Cryogenics 1990, Vol. 30 Sept. Supplement.

Speziell der Befüll- bzw. Betankungsvorgang der obengenannten Verkehrsmittel erscheint momentan aufgrund seiner Langwierigkeit sowie der mit ihm verbundenen Gefahren einen der Gründe für die nur zögerliche Akzeptanz des Energieträgers "Wasserstoff" durch die Gesellschaft darzustellen. Gleiche Überlegungen, insbesondere hinsichtlich der Gefahren während des Befüll- bzw. Betankungsvorganges, gelten selbstverständlich auch für Standspeicherbehälter.

Bei den Befüll- bzw. Betankungsvorgängen kommt der Überfüllkontrolle eine besondere Aufgabe zu; dies gilt insbesondere dann, wenn die aus dem Speicherbehälter überlaufenden Medien zusammen mit der Umgebungsluft zu einem explosivem Gemisch führen und damit dem Bedienungspersonal und Sachwerten Schaden zufügen können. Aus diesem Grunde sind bereits seit längerem Verfahren und Vorrichtungen zur Füllstandskontrolle von Speicherbehältern bekannt. In der DE-OS 23 45 112 wird z. B. eine Vorrichtung zur Füllstandskontrolle eines Speicherbehälters für tiefkalte flüssige Gase beschrieben. Hierbei weist der Speicherbehälter ein Kontrollrohr auf, welches in den Innenraum des Speicherbehälters ragt und dessen höchster Punkt in glei-

cher Höhe liegt wie der zu kontrollierende Füllstand. Das Kontrollrohr ist außerhalb des Speicherbehälters mit einem Anzeigegefäß verbunden. Die Anzeige des zu kontrollierenden Füllstandes geschieht hierbei dadurch, daß aus dem Innenraum des Speicherbehälters eine kleine Menge Flüssiggas in das Anzeigegefäß fließt, was zur Folge hat, daß sich die äußere sichtbare Oberfläche des Anzeigegefäßes bei Abkühlung bis unterhalb des Taupunktes beschlägt oder bei Abkühlung bis unterhalb des Gefrierpunktes bereift. Daneben gibt es eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten, den Überlauf eines Speicherbehälters zu begrenzen, wie z. B. Druckschalter, die hydraulisch bei einer 100%igen Befüllung des Speicherbehälters den Druckstoß der Flüssigkeit als Signal zur Beendigung des Befüllvorganges benutzen. Dieses Verfahren ist natürlich dann ungeeignet, wenn ein Speicherbehälter, wie es z. B. bei Kraftfahrzeugen der Fall ist, nur zu etwa 90% befüllt werden darf. Daneben sind andere Systeme mit mehr oder weniger aufwendigen Meßgeräten innerhalb des Speicherbehälters bekannt, deren Nachteil jedoch darin liegt daß sie elektrische Energie benötigen und aus diesem Grunde explosionsgeschützt ausgelegt werden müssen. Diese explosionsgeschützte Auslegung einzelner Bauteile bzw. -gruppen führt jedoch zu einer Verteuierung und komplizierteren Bauweise des Speicherbehälters.

Ziel und Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß das in den Speicherbehälter hineinreichende Ende der Peilrohrleitung der maximalen Befüllhöhe des Speicherbehälters entspricht und daß mittels eines in der Peilrohrleitung vorgesehenen Meßgerätes, vorzugsweise eines Dampfdruckkontaktmanometers, der Aggregatzustand des während des Befüllens des Speicherbehälters aus dem Speicherbehälter abströmenden Medium ermittelt wird und im Moment des Überganges vom gasförmigen zum flüssigen Zustand des abströmenden Mediums die pneumatischen Absperrventile in der Peilrohr- und in der Befüllleitung geschlossen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum überlauf-sicheren Befüllen kann ohne elektrische Hilfsenergie betrieben werden und muß aus diesem Grunde nicht explosionsgeschützt ausgelegt werden. Bei Erreichen des maximal zulässigen Füllstandes innerhalb des Speicherbehälters wird das Absperrventil in der Befüllleitung automatisch geschlossen. Ein "Überfahren" dieses Schließzeitpunktes durch das Bedienungspersonal ist nicht möglich. Die für das Schließen bzw. Öffnen der Absperrventile benötigte pneumatische Hilfsenergie wird entweder durch die Befüllanlage bzw. "Tankstelle" oder durch das Anlieferfahrzeug bereitgestellt. Ebenso die elektrische Hilfsenergie falls eingesetzt.

Die Wahl des verwendeten Sensormediums richtet sich nach dem kryogenen Medium mit dem der Speicherbehälter befüllt wird. Es ist bei der Wahl des Sensormediums darauf zu achten, daß die Dampfdruckkurve des Sensormediums gleich oder etwas höher wie die des kryogenen Medium liegt d.h. daß als Sensormedium auch das gleiche Medium, wie es in den Speicherbehälter gefüllt wird, verwendet werden kann.

Eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Speicherbehälter (1) abströmende Medium vor dem Sensor des Dampfdruckkontaktmanometers (12) mit Umgebungsluft indirekt beheizt wird.

Mittels dieser Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens läßt sich der Übergang von der gasförmigen

zur flüssigen Phase des aus dem Speicherbehälter abströmenden Mediums besser unterscheiden bzw. erkennen. Ferner erübrigt sich mit dieser Ausgestaltung der Einbau einer zusätzlichen Heizvorrichtung. Die Erfindung sowie weitere Ausgestaltungen davon werden anhand der Figur erläutert.

Die Figur zeigt einen Speicherbehälter 1, bestehend aus einem Außenbehälter 2 und einem Innenbehälter 3, zwischen denen in der Regel eine Isolierung 4 angebracht ist. Innerhalb des Speicherbehälters 1 befindet sich das zu speichernde kryogene Medium 5. Die Befüllleitung 6 teilt sich in eine untere Fülleleitung 6a und eine obere Fülleleitung 6b. Die Befüllleitung 6 ist mittels des Ventiles 7 absperierbar; weitere Absperrventile 7a und 7b sind in den Leitungen 6a und 6b angeordnet. Der Speicherbehälter 1 weist ferner eine Abgasleitung 8 auf, die mit einem Absperrventil 9 versehen ist. In der aus dem Speicherbehälter 1 führenden Peilrohrleitung 10 ist nach dem Absperrventil 11 ein Dampfdruckkontaktmanometer 12 angeordnet. Das notwendige Sensormedium, im Falle eines Wasserstoffspeicherbehälters vorzugsweise Neon, ist über die Leitung 13 mit dem Dampfdruckkontaktmanometer 12 verbunden. Zum Befüllen der Leitung 13 und des Dampfdruckkontaktmanometers 12 mit Neon kann Ventil 14 geöffnet werden. Die Leitung 13 ist mit einem pneumatischen oder elektrischen Kontaktmanometer P3 verbunden. Die Absperrventile 7 und 11 sind mit pneumatischen Antrieben P1 und P2 versehen. Sowohl das Kontaktmanometer P3 als auch die pneumatischen Antriebe P1 und P2 sind wiederum über die gestrichelt gezeichneten, pneumatischen Leitungen A, B und C mit einer Kontrolleinheit K verbunden, wobei C auch eine elektrische Leitung sein kann. Die gestrichelt gezeichneten Leitungen A und B stellen die Druckleitungen zum Schalten der entsprechenden Absperrventile dar. Bei der gestrichelt gezeichneten Leitung C handelt es sich um eine pneumatische oder elektrische Signalleitung. Über die gestrichelt gezeichnete Leitung D wird die Kontrolleinheit K entweder von der Befüllstation oder von dem Tankfahrzeug mit der pneumatischen Hilfsenergie versorgt. Ist der Speicherbehälter 1 z. B. in einem Kraftfahrzeug vorgesehen, so wird die Kontrolleinheit K in der Regel in der Befüllstation untergebracht sein und die für die Schaltung der Absperrventile benötigte pneumatische Hilfsenergie über die Leitung D von der Befüllstation bzw. "Tankstelle" bereitgestellt werden. Im Falle eines Standspeicherbehälters wird die Bereitstellung der benötigten pneumatischen Hilfsenergie durch das den Standspeicherbehälter befüllende Tankfahrzeug erfolgen.

Zu Beginn eines Befüllvorganges wird sowohl die Befüllleitung 6 als auch die Hilfsenergieleitung D durch das Bedienungspersonal mit der Befüllstation bzw. dem Tankfahrzeug verbunden. Zu diesem Zeitpunkt sind die Absperrventile 7 und 11 geschlossen. Nun wird über die pneumatische Kontrolleinheit K zuerst das Absperrventil 11 geöffnet und dann Ventil 7 der Befüllleitung 6. Der Speicherbehälter 1 wird nun mit dem kryogenen Medium befüllt. Ob dabei die Zweigleitung 6a oder 6b oder beide Zweigleitungen benützt werden, hängt davon ab, wie groß der Druck des noch im Speicherbehälter 1 verbliebenen kryogenen Mediums 5 ist. Während des Befüllvorganges strömt über die Leitung 10 und den Sensor des Dampfdruckkontaktmanometer 12 gasförmiges Medium ab, das aus dem Innenbehälter 3 des Speicherbehälters 1 durch das einströmende Medium verdrängt wird. Der Übergang vom in der Peilrohrleitung 10 abströmenden gasförmigen zum flüssigen Medi-

um bewirkt eine Temperaturniedrigung innerhalb der Leitung 10 und des Sensors des Dampfdruckkontaktmanometers 12. Dadurch kommt es zu einer Kondensation des Sensormediums und zu einem Druckabfall, der von dem pneumatischen Kontaktmanometer P3 registriert wird. Über die Kontrolleinheit K wird sodann das Schließen der Absperrventile 7 und 11 veranlaßt, so daß der Befüllvorgang unterbrochen bzw. beendet wird.

Sollte im Dampfdruckkontaktmanometer 12 eine Leckage auftreten, hätte dies denselben Effekt wie der Übergang vom gasförmigen zum flüssigen Zustand des abströmenden Mediums, nämlich eine Druckerniedrigung des Sensormediums und damit ein automatisches Schließen der Absperrventile 7 und 11. Der gleiche Effekt tritt bei einem Ausfall der pneumatischen Hilfsenergie auf, da dann die Absperrventile mittels Federn, die zuvor durch die Hilfsenergie vorgespannt wurden, automatisch schließen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum überlaufsicheren Befüllen eines Speicherbehälters für kryogene Medien, insbesondere eines vakuumisolierten Kfz-Speicherbehälters oder eines Standspeicherbehälters für Flüssigwasserstoff, wobei der Speicherbehälter zumindest eine Peilrohr- und eine Befüllleitung mit je mindestens einem pneumatischen Absperrventil aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das in den Speicherbehälter (1) hineinreichende Ende der Peilrohrleitung (10) der maximalen Befüllhöhe des Speicherbehälters entspricht und daß mittels eines in der Peilrohrleitung vorgesehenen Meßgerätes, vorzugsweise eines Dampfdruckkontaktmanometers (12), der Aggregatzustand des während des Befüllens des Speicherbehälters (1) aus dem Speicherbehälter (1) abströmenden Mediums ermittelt wird und im Moment des Überganges vom gasförmigen zum flüssigen Zustand des abströmenden Mediums die pneumatischen Absperrventile (7, 11) in der Peilrohr- (10) und in der Befüllleitung (6) geschlossen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das aus dem Speicherbehälter (1) abströmende Medium vor dem Sensor des Dampfdruckkontaktmanometers (12) mit Umgebungsluft indirekt beheizt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

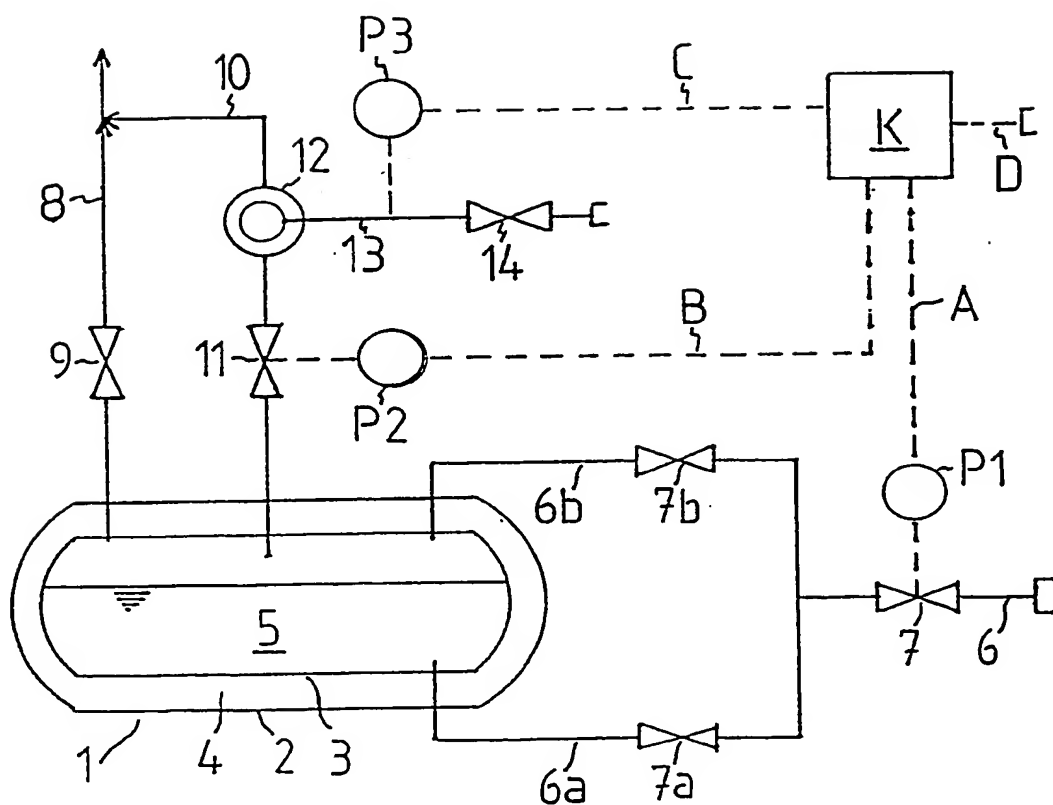


Fig.1